

Laser optical system for diode laser, has emitted laser radiation provided by emitter gr ups in different planes spread into partial beams before re-combining to provide beam f required cross-section

Patent number: DE10012480
Publication date: 2001-09-27
Inventor: ULLMANN CHRISTOPH (DE); KOESTERS ARND (DE); KRAUSSE VOLKER (DE); REHMANN GEORG (DE)
Applicant: LASERLINE GES FUER ENTWICKLUNG (DE)
Classification:
- International: G02B27/09; H01S5/40; H01S5/42
- European: G02B27/12; G02B27/09
Application number: DE20001012480 20000315
Priority number(s): DE20001012480 20000315; DE19991018444 19990423

Abstract of DE10012480

The laser optical system (8) has 2 or more emitter planes, each provided with at least one emitter group (4) containing a number of laser diodes, the emitted laser radiation spread via an optical plate stack to provide a partial beam group with a number of partial beams, before combining the partial beams via a second optical plate stack to provide a combined shaped laser beam. An independent claim for a diode laser is also included.



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 100 12 480 A 1

⑯ Int. Cl.⁷:
G 02 B 27/09
H 01 S 5/40
H 01 S 5/42

DE 100 12 480 A 1

⑯ Aktenzeichen: 100 12 480.1
⑯ Anmeldetag: 15. 3. 2000
⑯ Offenlegungstag: 27. 9. 2001

⑯ Anmelder:
Laserline Gesellschaft für Entwicklung und Vertrieb
von Diodenlasern mbH, 56070 Koblenz, DE
⑯ Vertreter:
Patentanwälte Wasmeyer, Graf, 93055 Regensburg

⑯ Zusatz zu: 199 18 444.5
⑯ Erfinder:
Krause, Volker, 56203 Höhr-Grenzhausen, DE;
Ullmann, Christoph, Dr., 53604 Bad Honnef, DE;
Kösters, Arnd, 55413 Weiler, DE; Rehmann, Georg,
56203 Höhr-Grenzhausen, DE
⑯ Entgegenhaltungen:
DE 197 43 322 A1
EP 08 63 588 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Laseroptik sowie Diodenlaser mit einer solchen Optik
⑯ Die Erfindung bezieht sich auf eine neuartige Laserop-
tik sowie auf einen neuartigen Diodenlaser mit einer sol-
chen Optik.

DE 100 12 480 A 1

DE 100 12 480 A 1

1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Laseroptik gemäß Oberbegriff Patentanspruch 1 sowie auf einen Diodenlaser mit einer solchen Optik gemäß Oberbegriff Patentanspruch 17.

Im Gegensatz zu konventionellen Laserstrahlquellen, die einen Strahldurchmesser von einigen mm bei einer geringen Strahldivergenz im Bereich von wenigen mrad aufweisen, zeichnet sich die Strahlung eines Halbleiter-Diodenlaser (nachstehend auch "Diodenlaser") durch einen stark divergenten Strahl mit einer Divergenz > 1000 mrad aus. Hervorgerufen wird dies von der auf < 1 μm Höhe begrenzten Austrittsschicht, an der ähnlich der Beugung an einer spaltförmigen Öffnung, ein großer Divergenzwinkel erzeugt wird. Da die Ausdehnung der Austrittsöffnung in der Ebene senkrecht und parallel zur aktiven Halbleiterschicht unterschiedlich ist, kommen verschiedene Strahldivergenzen in der Ebene senkrecht und parallel zur aktiven Schicht zustande.

Um eine Leistung von 20–60 W für einen Diodenlaser zu erreichen, werden zahlreiche Laserchips auf einem sog. Barren zu einem Laserbauelement zusammengefaßt. Üblicherweise werden hierbei 10–50 einzelne Emittiergruppen in einer Reihe in der Ebene parallel zur aktiven Schicht angeordnet. Der resultierende Strahl eines solchen Barrens hat in der Ebene parallel zur aktiven Schicht einen Öffnungswinkel von ca. 10° und einen Strahldurchmesser von ca. 10 mm. Die resultierende Strahlqualität in dieser Ebene ist um ein Vielfaches geringer als die sich ergebende Strahlqualität in der zuvor beschriebenen Ebene senkrecht zur aktiven Schicht. Auch bei einer möglichen zukünftigen Verringerung der Divergenzwinkel von Laser-Cips bleibt das stark unterschiedliche Verhältnis der Strahlqualität senkrecht und parallel zur aktiven Schicht bestehen.

Der Strahl verfügt aufgrund der zuvor beschriebenen Strahlcharakteristik über einen großen Unterschied der Strahlqualität in beiden Richtungen senkrecht und parallel zur aktiven Schicht. Der Begriff der Strahlqualität wird dabei beschrieben durch den M^2 Parameter. M^2 ist definiert durch den Faktor, mit dem die Strahldivergenz des Diodenlaserstrahles über der Strahldivergenz eines beugungsbegrenzten Strahles gleichen Durchmessers liegt. In dem oben gezeigten Fall verfügt man in der Ebene parallel zur aktiven Schicht über einen Strahldurchmesser, der um den Faktor 10.000 über dem Strahldurchmesser in der senkrechten Ebene liegt. Bei der Strahldivergenz verhält es sich anders, d. h. in der Ebene parallel zur aktiven Schicht wird eine fast 10-fach kleinere Strahldivergenz erreicht. Der M^2 Parameter in der Ebene parallel zur aktiven Schicht liegt also um mehrere Größenordnungen über dem M^2 Wert in der Ebene senkrecht zur aktiven Schicht.

Ein mögliches Ziel einer Strahlsformung ist es, einen Strahl mit nahezu gleichen M^2 Werten in beiden Ebenen, d. h. senkrecht und parallel zur aktiven Schicht zu erreichen. Bekannt sind derzeit folgende Verfahren zur Umformung der Strahlgeometrie durch die eine Annäherung der Strahlqualitäten in den beiden Hauptebenen des Strahles erreicht wird.

Mittels eines Faserbündels lassen sich linienförmige Strahlquerschnitte durch Umordnen der Fasern zu einem kreisrunden Bündel zusammenfassen. Solche Verfahren sind z. B. in den US-Patentschriften 5 127 068, 4 763 975, 4 818 062, 5 268 978 sowie 5 258 989 beschrieben.

Daneben besteht die Technik des Strahldrehens, bei dem die Strahlung einzelner Emitter um 90° gedreht wird, um so eine Umordnung vorzunehmen bei der eine Anordnung der Strahlen in Richtung der Achse der besseren Strahlqualität erfolgt. Zu diesem Verfahren sind folgende Anordnungen

2

bekannt: US 5 168 401, EP 0 484 276, DE 44 38 368. Allen Verfahren ist gemein, daß die Strahlung eines Diodenlasers nach dessen Kollimation in der Fast-Axis-Richtung, um 90° gedreht wird um eine Slow-Axis-Kollimation mit einer gemeinsamen Zylinderoptik vorzunehmen. In Abwandlung der genannten Verfahren ist auch eine durchgehende Linienquelle denkbar (z. B. die eines in Fast-Axis-Richtung kollimierten Diodenlasers hoher Belegungsdichte), deren Strahlprofil (Linie) aufgeteilt wird und in ungeordneter Form hinter dem optischen Element vorliegt.

Daneben besteht die Möglichkeit, ohne eine Drehung des Strahles eine Umordnung der Strahlung einzelner Emitter vorzunehmen, wobei durch z. B. durch den parallelen Versatz (Verschieben) mittels paralleler Spiegel eine Umordnung der Strahlung erreicht wird (WO 95/15510). Eine Anordnung, die sich ebenfalls der Technik des Umordnens bedient, ist in DE 19 50 053 und DE 195 44 488 beschrieben. Hierbei wird die Strahlung eines Diodenlaserbarrens in verschiedene Ebenen abgelenkt und dort einzeln kollimiert.

Die Nachteile des Standes der Technik lassen sich u. a. dahingehend zusammenfassen, daß bei fasergekoppelten Diodenlasern meist ein Strahl mit sehr unterschiedlichen Strahlqualitäten in beiden Achsrichtungen in die Faser eingekoppelt wird. Bei einer kreisrunden Faser bedeutet dies, daß in einer Achsrichtung die mögliche numerische Apertur oder der Faserdurchmesser nicht genutzt wird. Dies führt zu erheblichen Verlusten bei der Leistungsdichte, so daß in der Praxis eine Beschränkung auf ca. 10⁴ W/cm² erfolgt.

Bei den genannten bekannten Verfahren müssen weiterhin teilweise erhebliche Weglängenunterschiede kompensiert werden. Dies geschieht meist durch Korrekturprismen, die Fehler nur begrenzt ausgleichen können. Vielfachreflexionen stellen weiterhin erhöhte Anforderungen an Justagegenauigkeit, Fertigungstoleranzen sowie Bauteilstabilität (WO 95/15510). Reflektierende Optiken (z. B. aus Kupfer) verfügen über hohe Absorptionswerte.

Bekannt ist auch eine Laseroptik mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruches 1 (EP 0 863 588). Bei dieser bekannten Laseroptik wird der einen linien- oder bandförmigen Querschnitt aufweisende Laserstrahl einer Emittiergruppe bzw. eines Laserbarren in Teilstrahlen aufgesächer, die in unterschiedlichen, parallelen Ebenen liegen. Diese Einzel- bzw. Teilstrahlen werden dann in einem zweiten Umformelement so übereinandergeschoben, daß sich bereits hierdurch ein konzentrierter Strahlendurchmesser und damit eine höhere Leistungsdichte ergeben.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Laseroptik bzw. einen Diodenlaser für eine erhöhte Leistung zu schaffen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist eine Laseroptik entsprechend dem Patentanspruch 1 und ein Diodenlaser entsprechend dem Patentanspruch 17 ausgebildet.

Die Besonderheit der Erfindung besteht darin, daß wenigstens zwei, vorzugsweise aber mehr als zwei Emitterebenen mit jeweils wenigstens einer einer Vielzahl von Emittoren bzw. Dioden aufweisenden Emittiergruppe vorgesehen sind, und daß die Laserstrahlung jeder Emittiergruppe durch das erste Umformelement so aufgesächer wird, daß für jede Emittiergruppe eine eigene Teilstrahlgruppe mit Teilstrahlen erhalten wird, die in zwei senkrecht zur Strahlungsrichtung verlaufenden Achsen gegeneinander versetzt sind. Die Teilstrahlgruppen schließen in einer ersten Achse aneinander an, und zwar vorzugsweise ohne Abstand oder Zwischenraum zwischen diesen Teilstrahlgruppen. Durch das zweite Umformelement könnten dann sämtliche Teilstrahlen sämtlicher Gruppen durch Verschieben in der ersten Achse, die auch die Achse ist, in der die Emittoren der Emittiergruppen aufeinander folgen oder dieser Achse entspricht, übereinandergeschoben, so daß diese Teilstrahlen einen gemeinsamen

umgeformten Laserstrahl bilden, der beispielsweise einen balkenförmigen Querschnitt mit einer Breite besitzt, die derjenigen Länge entspricht, die die Teilstrahlen in der ersten Achse aufweisen, und der in einer Fokussieroptik in einen Fokus fokussiert werden kann.

Als Uniformelemente werden vorzugsweise Plattenfächer verwendet. Unter "Plattenfächer" ist im Sinne der Erfindung ein vom Laserlicht durchstrahltes optisches Element zu verstehen, welches sich aus mehreren Platten oder plattenförmigen Elementen aus einem lichtleitenden Material, vorzugsweise Glas, zusammensetzt, die stapelartig aneinander anschließen und fächerartig gegen einander verdreht sind, und zwar um wenigstens eine senkrecht zur Plattenebene verlaufenden Fächerachse. Jede Platte oder jedes plattenförmige Element bildet aneinander gegenüberliegenden Seiten eine Plattschnalseite für den Lichteintritt oder -austritt und ist so ausgebildet, daß im Platten-Innenraum im Bereich der Oberflächenseiten eine Totalreflexion erfolgt.

Unter "Oberflächenseiten" sind im Sinne der Erfindung jeweils die großen Plattenseiten zu verstehen. Unter "Schnalseiten" sind im Sinne der Erfindung die am Plattenrand zwischen den Oberflächenseiten gebildeten Seiten zu verstehen.

Der Plattenfächer kann durch Zusammensetzen aus einzelnen Platten oder plattenförmigen Elementen oder aber auch einstückig, beispielsweise als Formteil mit entsprechenden Zwischenschichten für die Totalreflexion, hergestellt sein.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren an Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in vereinfachter Darstellung einen Diodenlaser, bestehend aus einer mehrere Laser-Chips oder -barren aufweisenden Laserdiodenanordnung und einer Laseroptik zur Umformung der Laserstrahlen, wobei die Zeichenebene dieser Figur senkrecht zur aktiven Schicht der Laserbarren liegt;

Fig. 2 den Diodenlaser der **Fig. 1**, allerdings in einer Darstellung, in der die Zeichenebene dieser Figur parallel zur aktiven Schicht der Diodelemente liegt, wobei die Divergenz der Laserstrahlen in der Slow-Achse aus Gründen der übersichtlicheren Darstellung und besseren Erläuterung wegen übertrieben dargestellt ist;

Fig. 3 in den Positionen a, b und c jeweils in vereinfachter Darstellung die Ausbildung des Laserstrahls an verschiedenen Positionen innerhalb der Laseroptik der **Fig. 1** und 2;

Fig. 4 und **5** in Darstellungen ähnlich den **Fig. 1** und 2 eine zweite mögliche Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 6 in den Position a, b und c jeweils in vereinfachter Darstellung die Ausbildung des Laserstrahls an verschiedenen Positionen innerhalb der Laseroptik der **Fig. 4** und 5;

Fig. 7 und **8** in Darstellungen ähnlich den **Fig. 1** und 2 einen Diodenlaser gemäß einer dritten möglichen Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 9 und **10** in Darstellungen ähnlich den **Fig. 4** und 5 einen Diodenlaser gemäß einer vierten möglichen Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 11 und **12** in Darstellungen ähnlich **Fig. 4** und 5 einen Diodenlaser gemäß einer fünften möglichen Ausführungsform der Erfindung.

In den Figuren sind der besseren Übersichtlichkeit wegen jeweils mit X, Y und Z senkrecht zueinander verlaufende Raumachsen, nämlich die X-Achse, Y-Achse und Z-Achse bezeichnet. Die Zeichenebene der **Fig. 1** liegt dementsprechend in der von der Y-Achse und der Z-Achse definierten Y-Z-Ebene, die Zeichenebene der **Fig. 2** in der X-Z-Ebene und die Zeichenebene der **Fig. 3** in der X-Y-Ebene.

Der in den **Fig. 1-3** dargestellte Diodenlaser **1** besteht im wesentlichen aus einer Diodenlaseranordnung **2**, die mehrere jeweils an einem u. a. als Wärmesenke ausgebildeten Substrat **3** vorgesehene Laserbauelemente bzw. -barren **4** aufweist. Jeder Laserbarren **4** besitzt eine Vielzahl von Laserlicht aussendenden Diodelementen oder Emittoren, die gleichsinnig orientiert und in jedem Laserbarren **4** in Richtung der X-Achse gegeneinander versetzt sind sowie insbesondere auch mit ihren aktiven Schichten in einer gemeinsamen Ebene senkrecht zur Zeichenebene der **Fig. 1** bzw. parallel zur Zeichenebene der **Fig. 2** liegen, d. h. bei der für die Figuren gewählten Darstellung in der X-Z-Ebene.

Weiterhin sind die Laserbarren **4** parallel zueinander und in Richtung der Y-Achse um einen vorgegebenen Betrag **y** voneinander beabstandet. Dieser Abstand ergibt sich u. a. konstruktiv durch die Dicke, die die Substrate **3** in dieser Achsrichtung aufweisen.

Der Diodenlaser **1** umfaßt weiterhin die nachstehend näher beschriebene Laseroptik **8**, mit der die Laserstrahlung der einzelnen Laserbarren **4** in einem gemeinsamen Fokus **5** fokussiert wird. Diese Laseroptik **8** umfaßt u. a. Fast-Axis-Kollimatoren **6**, von denen jeweils einer jedem Laserbarren **4** zugeordnet ist und die jeweils eine Kollimation des Laserstrahls **7** des zugehörigen Laserbarren **4** in der Fast-Axis, d. h. in der Y-Achse und damit in der Y-Z-Ebene senkrecht zur aktiven Schicht bewirken, in der der Laserstrahl der Emittor des betreffenden Laserbarrens **4** die größere Divergenz aufweist. Bei der dargestellten Ausführungsform sind die Fast-Axis-Kollimatoren **6** jeweils von einer Mikrolinse, nämlich von einer Zylinderlinse gebildet, die mit ihrer Achse in der X-Achse liegt. Nach dem Durchtritt durch den Fast-Axis-Kollimator **6** steht der Laserstrahl **7** jedes Laserbarrens im wesentlichen als schmalbandiger Strahl zur Verfügung, dessen größere Abmessung **x** in der X-Achse liegt, wie dies in der **Fig. 3** in der Position a angegeben ist.

Auf die Fast-Axis-Kollimatoren **6** in Richtung der optischen Achse (Z-Achse) folgend weist die Laseroptik **8** im Strahlengang der Laserstrahlen **7** eine optische Anordnung zum weiteren Formen der Laserstrahlen auf, und zwar in der Weise, daß in einem ersten Uniformelement, welches für die Laserstrahlen **7** sämtlicher Laserbarren **4** gemeinsam vorgesehen ist, jeder Laserstrahl **7** zunächst in Teilstrahlen **7'** zertrittet wird, die in verschiedenen Ebenen parallel zur X-Z-Ebene aufgesächerter und von Ebene zu Ebene in der X-Achse gegeneinander versetzt sind, wie dies in der Position b der **Fig. 3** dargestellt ist. Diese Darstellung zeigt auch, daß die Teilstrahlen **7'** jedes Laserbarrens **4** jeweils eine Teilstrahlgruppe **9** von aufgesächerter Teilstrahlen **7'** bilden, wobei die Anzahl der Gruppen **9** gleich der Anzahl der Laserbarren **4** bzw. der Emittorebenen der Laserdiodenanordnung **2** ist, in denen die Laserbarren **4** angeordnet sind. Jede Gruppe **9** besitzt weiterhin in Richtung der Y-Achse eine Höhe **y'**, die dem Abstand **y** entspricht. Weiterhin schließen die Gruppen **9** bei der dargestellten Ausführungsform unmittelbar aneinander an, d. h. der Abstand zwischen der Ebene des letzten Teilstrahls **7'** einer Gruppe **9** und der Ebene des ersten Teilstrahls **7'** der nächsten Gruppe **9** ist gleich oder im wesentlichen gleich dem Abstand, den die Ebenen der Teilstrahlen **7'** innerhalb jeder Gruppe **9** voneinander aufweisen. Die Abmessung **x'**, die die Teilstrahlen **7'** in den Gruppen **9** in der X-Achse aufweisen, ist gleich oder etwa gleich der Abmessung **x** dividiert durch die Anzahl der Teilstrahlen **7'** je Gruppe **9**.

Bei der dargestellten Ausführungsform ist jeder Laserstrahl **7** in fünf Teilstrahlen **7'** aufgesächer, so daß bei insgesamt drei Gruppen insgesamt fünfzehn Teilstrahlen **7'** erhalten sind.

In einem nächsten Schritt wird in der Laseroptik **8** eine Umformung der Teilstrahlen **7'** derart vorgenommen, daß diese Teilstrahlen **7'** in ihrer X-Z-Ebene übereinanderge-

schenen werden, so daß die Teilstrahlen 7' deckungsgleich liegen und einen umgeformten balkenförmigen Laserstrahl 7" bilden, wie dies in der Position c der Fig. 3 angedeutet ist. Dieser Laserstrahl 7" besitzt dann in Richtung der Y-Achse seine größere Abmessung y", die der Höhe y' multipliziert mit der Anzahl der Gruppen 9 entspricht. Die Breite des Laserstrahls 7" ist gleich der Abmessung x' der Teilstrahlen 7'. Der balkenförmige Laserstrahl 7" wird dann anschließend in einer Fokussieranordnung 10 im Fokus 5 fokussiert.

Das vorstehend beschriebene Prinzip der Strahl-Umformung hat u. a. den Vorteil, daß die Laserstrahlung einer Vielzahl von Laserbarren 4, die in Richtung der Y-Achse gegeneinander versetzt in der Laserdiodenanordnung 2 vorgeschen sind, in dem gemeinsamen Fokus 5 fokussiert werden kann, somit also bei hoher Strahlqualität eine hohe Leistungsdichte erzielbar ist, wobei der konstruktiv notwendige und nicht vermeidbare Abstand y zwischen den einzelnen Ebenen, in denen die Laserbarren 4 angeordnet sind, für das Umformen genutzt wird. Ein weiterer Vorteil besteht darin, daß die Laseroptik 8 und insbesondere auch deren Umformelemente sehr einfach und damit auch preiswert realisiert werden können.

Als erstes Umformelement enthält die Laseroptik 8 im Strahlengang auf die Fast-Axis-Kollimatoren 6 folgend einen ersten Plattenfächern 11, der aus einer Vielzahl von dünnen Platten 12 aus einem lichtleitenden Material, beispielsweise aus Glas hergestellt ist. Bei der dargestellten Ausführungsform weisen die Platten 12 einen quadratischen Zuschnitt auf. Jede Platte 12 besitzt zwei plane Plattenseiten 13 und 14, die optisch hochwertig ausgebildet, d. h. poliert und mit einer Anti-Reflexionsschicht versehen sind und von denen die Schmalseite 13 den Lichteintritt und die Schmalseite 14 den Lichtaustritt bilden. Die Platten 12 schließen mit ihren Oberflächenseiten, die ebenfalls poliert sind, stapelartig aneinander an. Zwischen benachbarten Platten 12 ist beispielsweise Luft oder ein Medium vorgeschen, welches die Platten verbindet und zugleich eine Totalreflexion des Laser-Lichtes innerhalb der Platten 12 an deren Oberflächenseiten sicherstellt. Die Platten 12, die mit ihren Oberflächenseiten jeweils in der Y-Z-Ebene angeordnet sind, sind um wenigstens eine Fächerachse fächerartig gegeneinander verdreht oder aufgefächert, und zwar derart, daß die Ebenen der Plattenschmalseiten 13 bzw. 14 zweier benachbarter Platten einen Winkel miteinander einschließen, der z. B. in der Größenordnung von 1 bis 5° liegt. Die einzelnen Platten 12 sind jeweils von Platte zu Platte in gleichem Richtungssinn um die Fächerachse zueinander verdreht. Die Dicke der Platten 12 beträgt beispielsweise 1 mm. Durch die Platten 12 erfolgt das Aufschärfen der Laserstrahlen 7 sämtlicher Laserbarren 4 in die Teilstrahlen 7' bzw. in die einzelnen Gruppen 9, wobei die Anzahl der Platten 12 die Anzahl der Teilstrahlen 7' in jeder Gruppe 9 bestimmt, d. h. bei der dargestellten Ausführungsform weist der Plattenfächern 11 insgesamt fünf Platten 12 auf. Die Ausbildung und Anordnung des Plattenfächers 12 sind weiterhin so getroffen, daß die parallel zu den Oberflächenseiten der Platten 12 liegende Mittellebene des Plattenfächers 11 mit der Y-Z-Mittellebene der Laserstrahlen 7 zusammenfällt und daß weiterhin die Ebene, in der die wenigstens eine Fächerachse liegt, eine X-Z-Ebene ist, und zwar die Mittel- oder Symmetrieebene sämtlicher von der Laserdiodenanordnung 2 ausgehender Laserstrahlen 7.

Zum Umformen der Teilstrahlen 7' in den Laserstrahl 7" ist im Strahlengang auf dem Plattenfächern 12 folgend ein weiterer Plattenfächern 15 vorgesehen. Dieser Plattenfächern 15 besteht aus mehreren Einzelplattenfächern 15', die in Richtung der Y-Achse aneinander anschließen, wobei die Anzahl der Einzelplattenfächern 15' gleich der Anzahl der Gruppen 9 und damit gleich der Anzahl der Ebenen ist, in

denen in der Laserdiodenanordnung 2 Laserbarren 4 vorgeschen sind. Bei der dargestellten Ausführungsform weist somit der Plattenfächern 15 drei Einzelplattenfächern 15' auf. Jeder Einzelplattenfächern 15' besteht wiederum aus mehreren Platten 12, die stapelartig aneinander anschließen und fächerartig gegeneinander verdreht sind, und zwar um wenigstens eine Fächerachse, d. h. jeder Einzelplattenfächern 15' besitzt im wesentlichen die Ausbildung, wie sie vorstehend für den Plattenfächern 11 beschrieben wurde.

- 10 Die Platten 12 der Einzelplattenfächern 15 sind aber mit ihren Oberflächenseiten in der X-Z-Ebene angeordnet, d. h. in einer Ebene, die um 90° gegenüber der Ebene der Platten 12 des Plattenfächers 11 um die Z-Achse gedreht ist. Die Anzahl der Platten 12 in jedem Einzelplattenfächern 15' ist gleich der Anzahl der Teilstrahlen 7' in jeder Gruppe 9 und damit gleich der Anzahl der Platten 12 im Plattenfächern 11. Der Plattenfächern 15 kann also im Prinzip unter Verwendung der gleichen Platten 12 wie der Plattenfächern 11 hergestellt werden. Bei einer entsprechenden Ausbildung ist es weiterhin auch möglich, den Plattenfächern 15 durch Übereinanderstapeln mehrerer Plattenfächern 11 zu realisieren.

Die Anzahl der Platten 12 in dem Plattenfächern 15 ist somit gleich der Anzahl der Platten 12 im Plattenfächern 11 multipliziert mit der Anzahl der Ebenen, in denen in der Laserdiodenanordnung 2 Laserbarren 4 in der Y-Achse gegeneinander versetzt vorgeschen sind.

Während durch die fächerartige Anordnung der Platten 12 im Plattenfächern 11 das Aufschärfen der Laserstrahlen 7 in die Teilstrahlen 7' jeder Gruppe 9 erfolgt, werden durch den Plattenfächern 15 die Teilstrahlen 7' in der X-Achse übereinander geschoben und in den Strahl 7" umgeformt.

Die Fokussieranordnung 10 ist bei der dargestellten Ausführungsform von einer Zylinderlinse 16 gebildet, die auf dem Plattenfächern 15 folgt u. a. eine Kollimation des Strahles 7" in der Slow-Axis, d. h. in der X-Achse bewirkt, so daß im Strahlengang nach der Zylinderlinse 16 eine im wesentlichen parallele Strahlung vorliegt, die dann mit der Sammellinse 17 in dem Fokus 5 fokussiert wird.

Laufzeitunterschiede, insbesondere auch in den Teilstrahlen 7' können durch Verschieben der einzelnen Platten 12 des jeweiligen Plattenfächers relativ zueinander in der optischen Achse oder aber durch unterschiedliche Abmessungen der Platten 12 (Abstand zwischen den Stirnflächen 13 und 14) ausgeglichen werden.

Die Fig. 4 und 5 zeigen als weitere mögliche Ausführungsform einen Diodenlaser 1a, der sich von dem Diodenlaser 1 im wesentlichen nur dadurch unterscheidet, daß die dortige Laserdiodenanordnung 2a eine höhere Anzahl an Laserbarren 4 aufweist, und zwar insgesamt vier Laserbarren 4, wobei das erste Umformelement der Laseroptik 8a von zwei Plattenfächern 11a gebildet ist, von denen jeweils ein Plattenfächern 11a zwei Laserbarren 4 bzw. Emitterebenen (X-Z-Ebenen) zugeordnet ist. Die beiden Plattenfächern 11a sind bei der Laseroptik 8a identisch ausgebildet.

Da bei dieser Ausführung entsprechende Anzahl der Laserbarren 4 bzw. der Laserstrahlen 7' (auch Fig. 6 Position a) durch die beiden Plattenfächern 11a insgesamt vier Gruppen 9 von aufgefächerten Teilstrahlen 7' gebildet werden (Fig. 6 Position b), weist auch das zweite Umformelement, d. h. der dieses zweite Umformelement bildende Plattenfächern 15a insgesamt vier Einzelplattenfächern 15' auf. Die Anzahl der Platten 12 in dem Plattenfächern 15a ist wiederum gleich der Anzahl der Laserbarren 4 bzw. Emitterebenen multipliziert mit der Anzahl der Teilstrahlen 7' je Teilstrahlgruppe 9, d. h. multipliziert mit der Anzahl der Platten 12 eines der beiden Plattenfächern 11a.

Die Fig. 7 und 8 zeigen als weitere mögliche Ausführungsform einen Diodenlaser 1b, der sich von dem Dioden-

laser 1 im wesentlichen nur dadurch unterscheidet, daß die Slow-Axis-Kollimation nicht durch die Zylinderlinse 16 erfolgt, die im Strahlengang nach dem zweiten Plattenfächern 15b erfolgt, sondern durch ein Mikrolinsen-Array 18, welches im Strahlengang unmittelbar vor dem ersten Plattenfächern 11b angeordnet ist.

Die in den Fig. 7 und 8 allgemein mit 8b bezeichnete Laseroptik weist somit folgende Elemente auf, die - ausgehend von der der Laserdiodenanordnung 2a entsprechenden Laserdiodenanordnung 2b - in der nachstehenden Reihenfolge aneinander anschließen:

- Fast-Axis-Kollimatoren 6, und zwar jeweils einer für jede Emitterebene bzw. für jeden Laserbarren 4;
- Mikrolinsen-Array 18 zur Slow-Axis-Kollimation;
- Plattenfächern 11b, der hinsichtlich Ausbildung und Anordnung dem Plattenfächern 11 entspricht;
- Plattenfächern 15b, der den Plattenfächern 15 entspricht sowie
- Fokussierelement oder Sammellinse 17.

Das Mikrolinsenarray 18 besteht bei der dargestellten Ausführungsform aus einer Vielzahl von als Zylinderlinsen wirkenden optischen Elementen oder Zylinderlinsen 19, die mit ihrer Achse in der Y-Achse, d. h. senkrecht zur aktiven Schicht der Emitter der Laserbarren 4 orientiert sind. Die Zylinderlinsen 19 sind so angeordnet, daß jeweils mehrere Zylinderlinsen 19 in Richtung der X-Achse in einer Reihe aneinander anschließen und hierbei vorzugsweise zu einem Linsenelement zusammengefaßt sind. Jedem Laserbarren 4 oder jeder Emitterebene ist eine solche Reihe zugeordnet. Bei der dargestellten Ausführungsform ist die Anzahl der Zylinderlinsen 19 in jeder, sich in Richtung der X-Achse erstreckenden Reihe gleich der Anzahl der Platten des Plattenfächers 11b.

Die Anzahl der Platten des Plattenfächers 15b ist wiederum gleich dem Produkt aus Anzahl der Platten des Plattenfächers 11b und der Anzahl der Ebenen der Laserbarren 4 bzw. der Emitterebenen der Laserdiodenanordnung 2a. Bei der dargestellten Ausführungsform beträgt also die Anzahl der Platten des Plattenfächers 15b bei insgesamt vier Emitterebenen und fünf Platten des Plattenfächers 11b zwanzig.

Die Fig. 9 und 10 zeigen als weitere mögliche Ausführungsform einen Diodenlaser 1c, der wiederum die der Laserdiodenanordnung 2a entsprechende Laserdiodenanordnung 2c mit vier in unterschiedlichen Ebenen angeordneten Laserbarren 4 aufweist sowie die Laseroptik 8c, die im Strahlengang auf die Laserdiodenanordnung 2c folgend die Fast-Axis-Kollimatoren 6, das Mikrolinsen-Array 18 mit den Reihen der Zylinderlinsen 19, die beiden den Plattenfächern 11a entsprechenden Plattenfächern 11c sowie den dem Plattenfächern 15a entsprechenden Plattenfächern 15c aufweist, d. h. die Laseroptik 8c entspricht der Laseroptik 8a, allerdings mit dem Unterschied, daß anstelle der als Slow-Axis-Kollimator dienenden Zylinderlinse 16 die Slow-Axis-Kollimation wiederum vor dem ersten Plattenfächern 11c durch das Linsenarray 18 erfolgt.

Die Fig. 11 und 12 zeigen einen Diodenlaser 1d, der sich von dem Diodenlaser 1c im wesentlichen nur dadurch unterscheidet, daß das Linsenarray 18 zur Slow-Axis-Kollimation im Strahlengang vor dem Fast-Axis-Kollimator 6 angeordnet ist. Die Plattenfächern 11d bzw. 15d entsprechen wiederum den Plattenfächern 11c bzw. 15c.

Die Erfindung wurde voranstehend an Ausführungsbeispielen beschrieben. Es versteht sich, daß zahlreiche Änderungen sowie Abwandlungen möglich sind, ohne daß dadurch der der Erfindung zugrundeliegende Erfindungsgegenstand verlassen wird. So wurde vorstehend davon ausge-

gangen, daß in jeder Ebene der Laserdiodenanordnung ein Laserbarren 4 vorgesehen ist. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, in jeder Ebene mehrere derartige Barren in der X-Achse aufeinander folgend vorzusehen und/oder zwei oder mehr als drei derartige Ebenen zu verwenden. Weiterhin ist es beispielsweise auch möglich, anstelle von mehreren, jeweils in Reihen angeordneten Zylinderlinsen 19 ein Mikrolinsen-Array für die Slow-Axis-Kollimation zu verwenden, bei der für sämtliche Emitterebenen oder aber für einen Teil oder eine Gruppe solcher Emitterebenen durchgehende, d. h. sich in Richtung der Y-Achse erstreckende Zylinderlinsenelemente vorgesehen sind, wobei die im Zusammenhang mit den Fig. 7-12 beschriebene Ausbildung allerdings den Vorteil einer individuellen Justierbarkeit der Zylinderlinsen oder Zylinderlinsenanordnungen hat.

Bezugszeichenliste

1, 1a, 1b, 1c, 1d	Diodenlaser
2, 2a, 2b, 2c, 2d	Laserdiodenanordnung
3	Substrat
4	Laserbarren
5	Fokus
6	Fast-Axis-Kollimator
7	Laserstrahl
7'	Teilstrahl
7"	Umgeformter Strahl
8, 8a, 8b, 8c, 8d	Laseroptik
9	Teilstrahlgruppe
10	Fokussieranordnung
11a, 11b, 11a, 11b, 11c, 11d	Plattenfächern
12	Platte
13, 14	Schmalseite
15, 15a, 15b, 15c, 15d	Plattenfächern
15'	Einzelplattenfächern
16	Zylinderlinse
17	Sammellinse
18	Mikrolinsen-Array
19	Zylinderlinsen
20	X-Achse
	Y-Achse
	Z-Achse
	X-Z-Ebene, Y-Z-Ebene
	X-Y-Ebene
x, x'	Abmessung
y	Abstand
y', y"	Höhe

Patentansprüche

1. Laseroptik zum Umformen der Laserstrahlen (7) von Diodelementen oder Emissoren einer Laserdiodenanordnung (2, 2a, 2b, 2c, 2d), die (Diodelemente oder Emitter) als Emittergruppe (4) jeweils in einer Emitterebene (X-Z-Ebene) und in einer Achse (X-Achse) auf einander folgend angeordneten sind, mit wenigstens zwei in einer optischen Achse (Z-Achse) aufeinander folgend angeordneten Uniformelementen (11, 11a, 11b, 11c, 11d; 15, 15a, 15b, 15c, 15d), von denen wenigstens eines ein durchstrahlbares Element ist und ein erstes Uniformelement (11, 11a, 11b, 11c, 11d) eine Auffächerung des von einer Emittergruppe (4) erzeugten Laserstrahls (7), der einen sich in einer ersten Achse (X-Achse) senkrecht zur optischen Achse (Z-Achse) erstreckenden linien- oder bandförmigen Querschnitt aufweist, in aufgesägte Teilstrahlen (7') bewirkt, die in der ersten Achse (X-Achse) und in einer zweiten Achse (Y-Achse) gegeneinander versetzt sind,

wobei die zweite Achse (Y-Achse) senkrecht zur ersten Achse (X-Achse) und auch senkrecht zur optischen Achse (Z-Achse) liegt, wobei ein zweites optisches Umformelement ein Verschieben der Teilstrahlen (7') jeweils in einer Ebene (X-Z-Ebene) parallel zur ersten Achse (X-Achse) derart bewirkt, daß bei dem aus dem zweiten Umformelement (15, 15a, 15b, 15c, 15d) austretenden umgeformten Laserstrahl (7") die parallelen Teilstrahlen (7') nur noch oder im wesentlichen nur noch in der zweiten Achse (Y-Achse) gegeneinander versetzt sind, dadurch gekennzeichnet, daß in wenigstens zwei Emitterebenen (X-Z-Ebene), die parallel zueinander angeordnet und in einer Achse (Y-Achse) senkrecht zu den Emitterebenen (X-Z-Ebene) um einen Abstand (y) voneinander beabstandet sind, jeweils wenigstens eine Emittergruppe (4) vorgesehen ist daß die Laserstrahlen (7) jeder Emittergruppe (4) durch ein erstes Umformelement (11, 11a, 11b, 11c, 11d) in eine eigene Teilstrahlgruppe (9) von aufgesägten Teilstrahlen (7') umgeformt wird, daß die Teilstrahlgruppen (9) in der zweiten Achse (Y-Achse) gegeneinander versetzt sind, und daß durch das zweite Umformelement (15, 15a, 15b, 15c, 15d) die Teilstrahlen (7') sämtlicher Teilstrahlgruppen (9) zu dem aus den zweiten Umformelement austretenden umgeformten Laserstrahl (7") umgeformt werden.

2. Laseroptik nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die durch das erste Umformelement (11, 11a, 11b, 11c, 11d) gebildeten Teilstrahlgruppen (9) derart in der zweiten Achse (Y-Achse) versetzt sind, und daß der Abstand (y') zwischen jeweils gleichartigen Teilstrahlen (7') benachbarter Gruppen (9) dem Abstand (y) der Emitterebenen (X-Z-Ebene) der Laserdiodenanordnung (2, 2a, 2b, 2c, 2d) entspricht.

3. Laseroptik nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Emittergruppen jeweils von einem mehreren Emittier aufweisenden Laserbarren (4) gebildet ist.

4. Laseroptik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Emitterebene (X-Z-Ebene) eine Emittergruppe (4) vorgesehen ist.

5. Laseroptik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Umformelement von wenigstens einem ersten Plattenfächern (11, 11a, 11b, 11c, 11d) gebildet ist.

6. Laseroptik nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Plattenfächern (11, 11b) für sämtliche Emitterebenen gemeinsam vorgesehen ist.

7. Laseroptik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Umformelement von wenigstens einem zweiten Plattenfächern (15, 15a, 15b, 15c, 15d) gebildet ist.

8. Laseroptik nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Plattenfächern (15, 15a, 15b, 15c, 15d) für sämtliche Teilstrahlgruppen (9) der durch das erste Umformelement (11, 11a, 11b, 11c, 11d) umgeformten Laserstrahlen (7) gemeinsam vorgesehen ist.

9. Laseroptik nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Plattenfächern (15, 15a, 15b, 15c, 15d) aus mehreren aneinander anschließenden Einzelplattenfächern (15') besteht und beispielsweise für jede Teilstrahlgruppe (9) einen Einzelplattenfächern (15') aufweist.

10. Laseroptik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Plattenfächern (15, 15a, 15b, 15c, 15d) eine Vielzahl von Platten (12) aus einem lichtdurchlässigen Material auf-

weist, und daß die Anzahl dieser Platten (12) gleich der Anzahl der durch das erste Umformelement gebildeten Teilstrahlen (7') ist.

11. Laseroptik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Plattenfächern (15, 15a, 15b, 15c, 15d) eine Vielzahl von Platten (12) aus einem lichtdurchlässigen Material aufweist, und daß die Anzahl dieser Platten (12) gleich der Anzahl der Emitterebenen (X-Z-Ebene) multipliziert mit der Anzahl der Platten (12) ist, die der wenigstens eine erste Plattenfächern (11, 11a, 11b, 11c, 11d) jeweils aufweist.

12. Laseroptik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Kollimatoren (6, 16) im Strahlengang der Laserlichtstrahlung.

13. Laseroptik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Fokussieroptik (17) zum Fokussieren des umgeformten Laserstrahls (7") in einem Fokus (5).

14. Laseroptik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Fast-Axis-Kollimatoren (6) im Strahlengang der Laserlichtstrahlung vor dem ersten Umformelement (11, 11a, 11b, 11c, 11d) vorgesehen sind.

15. Laseroptik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Slow-Axis-Kollimator (16) im Strahlengang nach dem zweiten Umformelement (15, 15a) vorgesehen ist.

16. Laseroptik nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang der Laserlichtstrahlung vor dem ersten Umformelement (11b, 11c, 11d) eine als Slow-Axis-Kollimator wirkende Linsenanordnung bzw. Microlinsenarray (18) vorgesehen ist.

17. Diodenlaser mit einer Laserdiodenanordnung (2, 2a, 2b, 2c, 2d) und einer Laseroptik zum Uniformieren der Laserstrahlen (7) von Diodelementen oder Emittierern dieser Laserdiodenanordnung (2, 2a, 2b, 2c, 2d), die (Diodelemente oder Emittier) als Emittergruppe (4) jeweils in einer Emitterebene (X-Z-Ebene) und in einer Achse (X-Achse) aufeinander folgend angeordneten sind, mit wenigstens zwei in einer optischen Achse (Z-Achse) aufeinander folgend angeordneten Umformelementen (11, 11a, 11b, 11c, 11d; 15, 15a, 15b, 15c, 15d), von denen wenigstens eines ein durchstrahlbares Element ist und ein erstes Umformelement (11, 11a, 11b, 11c, 11d) eine Aufsägerung des von einer Emittergruppe (4) erzeugten Laserstrahls (7), der einen sich in einer ersten Achse (X-Achse) senkrecht zur optischen Achse (Z-Achse) erstreckenden linien- oder bandförmigen Querschnitt aufweist, in aufgesägter Form (7') bewirkt, die in der ersten Achse (X-Achse) und in einer zweiten Achse (Y-Achse) gegeneinander versetzt sind, wobei die zweite Achse (Y-Achse) senkrecht zur ersten Achse (X-Achse) und auch senkrecht zur optischen Achse (Z-Achse) liegt, wobei ein zweites optisches Umformelement ein Verschieben der Teilstrahlen (7') jeweils in einer Ebene (X-Z-Ebene) parallel zur ersten Achse (X-Achse) derart bewirkt, daß bei dem aus dem zweiten Umformelement (15, 15a, 15b, 15c, 15d) austretenden umgeformten Laserstrahl (7") die parallelen Teilstrahlen (7') nur noch oder im wesentlichen nur noch in der zweiten Achse (Y-Achse) gegeneinander versetzt sind, dadurch gekennzeichnet, daß in wenigstens zwei Emitterebenen (X-Z-Ebene), die parallel zueinander angeordnet und in einer Achse (Y-Achse) senkrecht zu den Emitterebenen (X-Z-Ebene) um einen Abstand (y) voneinander

beabstander sind, jeweils wenigstens eine Emittergruppe (4) vorgesehen ist daß die Laserstrahlen (7) jeder Emittergruppe (4) durch ein erstes Uniformelement (11, 11a, 11b, 11c, 11d) in eine eigene Teilstrahlgruppe (9) von aufgesägten Teilstrahlen (7') umgeformt wird, daß die Teilstrahlgruppen (9) in der zweiten Achse (Y-Achse) gegeneinander versetzt sind, und daß durch das zweite Uniformelement (15, 15a, 15b, 15c, 15d) die Teilstrahlen (7') sämtlicher Teilstrahlgruppen (9) zu dem aus den zweiten Uniformelementen austretenden umgeformten Laserstrahl (7'') umgeformt werden.

18. Diodenlaser nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die durch das erste Uniformelement (11, 11a, 11b, 11c, 11d) gebildeten Teilstrahlgruppen (9) derart in der zweiten Achse (Y-Achse) versetzt sind, und daß der Abstand (y') zwischen jeweils gleichartigen Teilstrahlen (7') benachbarter Gruppen (9) dem Abstand (y) der Emitterebenen (X-Z-Ebene) der Laserdiodenanordnung (2, 2a, 2b, 2c, 2d) entspricht.

19. Diodenlaser nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Emittergruppen jeweils von einem mehrere Emittiergruppen aufweisenden Laserbarren (4) gebildet ist.

20. Diodenlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Emitterebene (X-Z-Ebene) eine Emittergruppe (4) vorgesehen ist.

21. Diodenlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Uniformelement von wenigstens einem ersten Plattenfächern (11, 11a, 11b, 11c, 11d) gebildet ist.

22. Diodenlaser nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Plattenfächern (11, 11b) für sämtliche Emitterebenen gemeinsam vorgesehen ist.

23. Diodenlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Uniformelement von wenigstens einem zweiten Plattenfächern (15, 15a, 15b, 15c, 15d) gebildet ist.

24. Diodenlaser nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Plattenfächern (15, 15a, 15b, 15c, 15d) für sämtliche Teilstrahlgruppen (9) der durch das erste Uniformelement (11, 11a, 11b, 11c, 11d) umgeformten Laserstrahlen (7) gemeinsam vorgesehen ist.

25. Diodenlaser nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Plattenfächern (15, 15a, 15b, 15c, 15d) aus mehreren aneinander anschließenden Einzelplattenfächern (15') besteht und beispielsweise für jede Teilstrahlgruppe (9) einen Einzelplattenfächern (15') aufweist.

26. Diodenlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Plattenfächern (15, 15a, 15b, 15c, 15d) eine Vielzahl von Platten (12) aus einem lichtdurchlässigen Material aufweist, und daß die Anzahl dieser Platten (12) gleich der Anzahl der durch das erste Uniformelement gebildeten Teilstrahlen (7') ist.

27. Diodenlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Plattenfächern (15, 15a, 15b, 15c, 15d) eine Vielzahl von Platten (12) aus einem lichtdurchlässigen Material aufweist, und daß die Anzahl dieser Platten (12) gleich der Anzahl der Emitterebenen (X-Z-Ebene) multipliziert mit der Anzahl der Platten (12) ist, die der wenigstens eine erste Plattenfächern (11, 11a, 11b, 11c, 11d) jeweils aufweist.

28. Diodenlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch Kollimatoren (6, 16) im

Strahlengang der Laserlichtstrahlung.

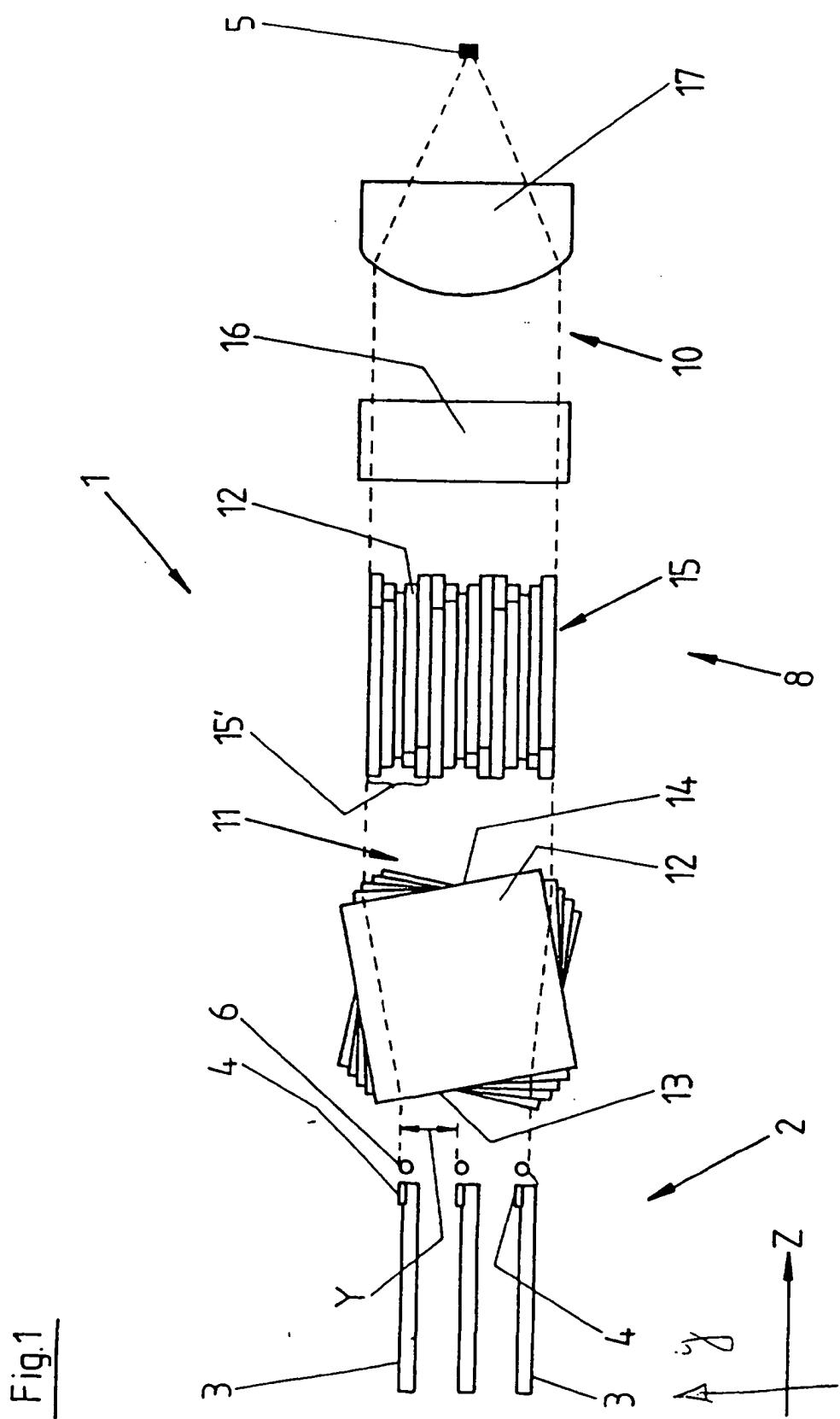
29. Diodenlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Fokussieroptik (17) zum Fokussieren des umgeformten Laserstrahls (7'') in einem Fokus (5).

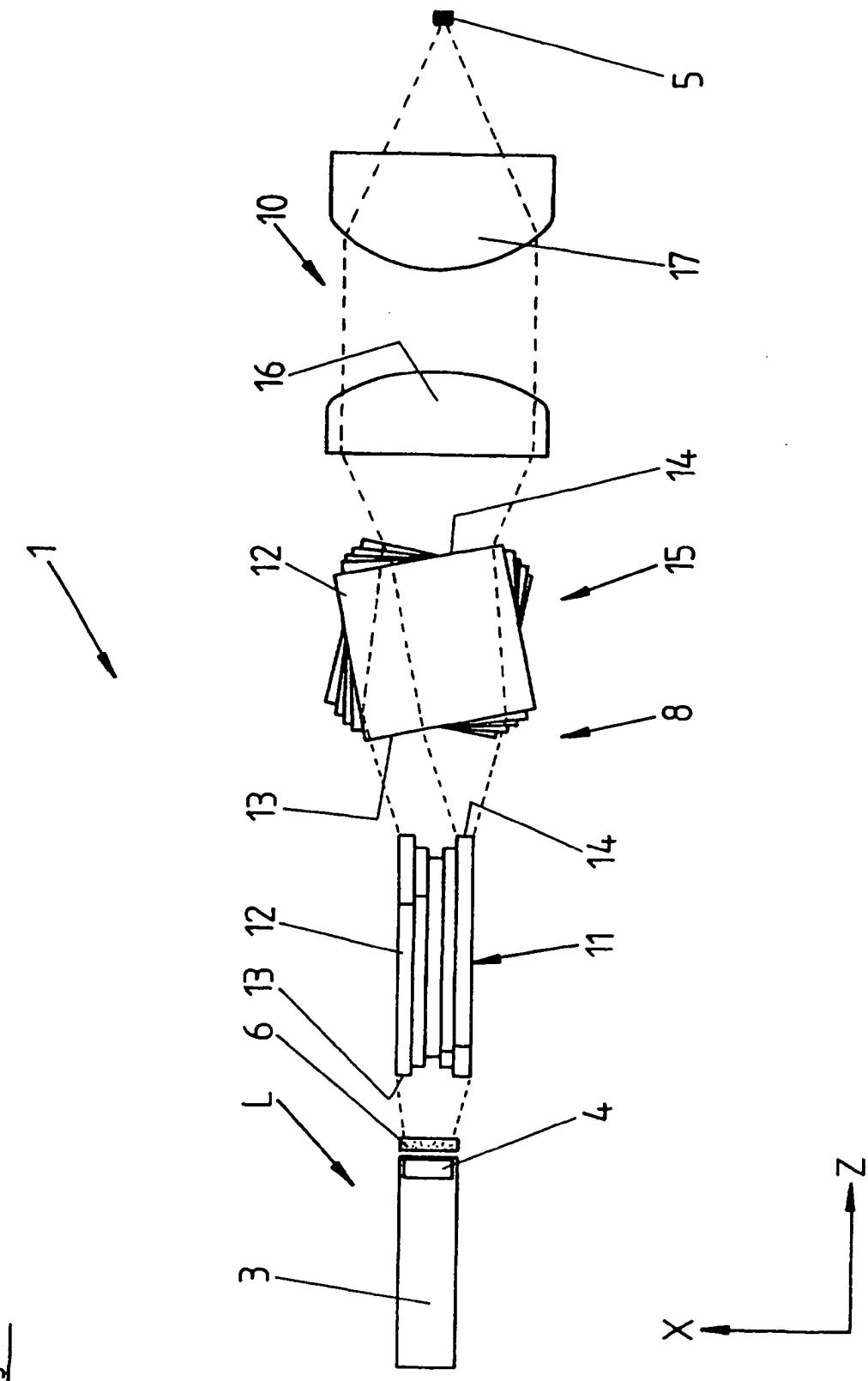
30. Diodenlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Fast-Axis-Kollimatoren (6) im Strahlengang der Laserlichtstrahlung vor dem ersten Uniformelement (11, 11a, 11b, 11c, 11d) vorgesehen sind.

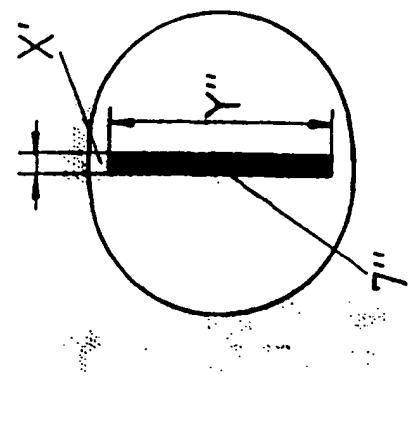
31. Diodenlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Slow-Axis-Kollimator (16) im Strahlengang nach dem zweiten Uniformelement (15, 15a) vorgesehen ist.

32. Diodenlaser nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang der Laserlichtstrahlung vor dem ersten Uniformelement (11b, 11c, 11d) eine als Slow-Axis-Kollimator wirkende Linsenanordnung bzw. Microlinsenarray (18) vorgesehen ist.

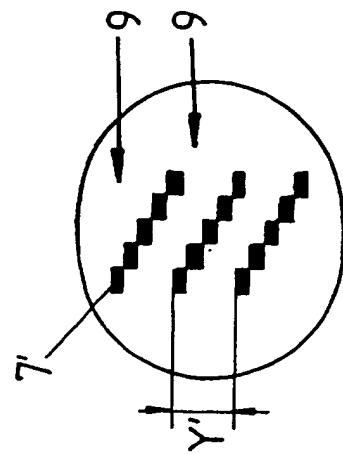
Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen



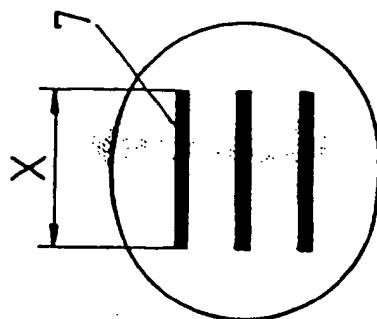
Fig. 2



C



D



D

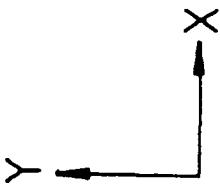
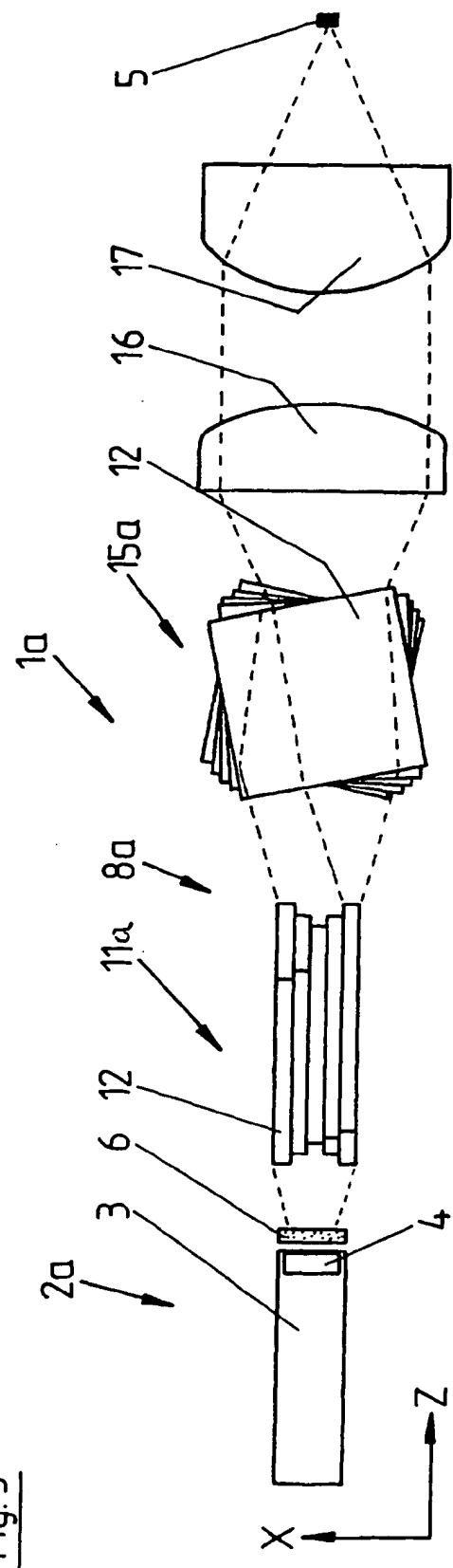
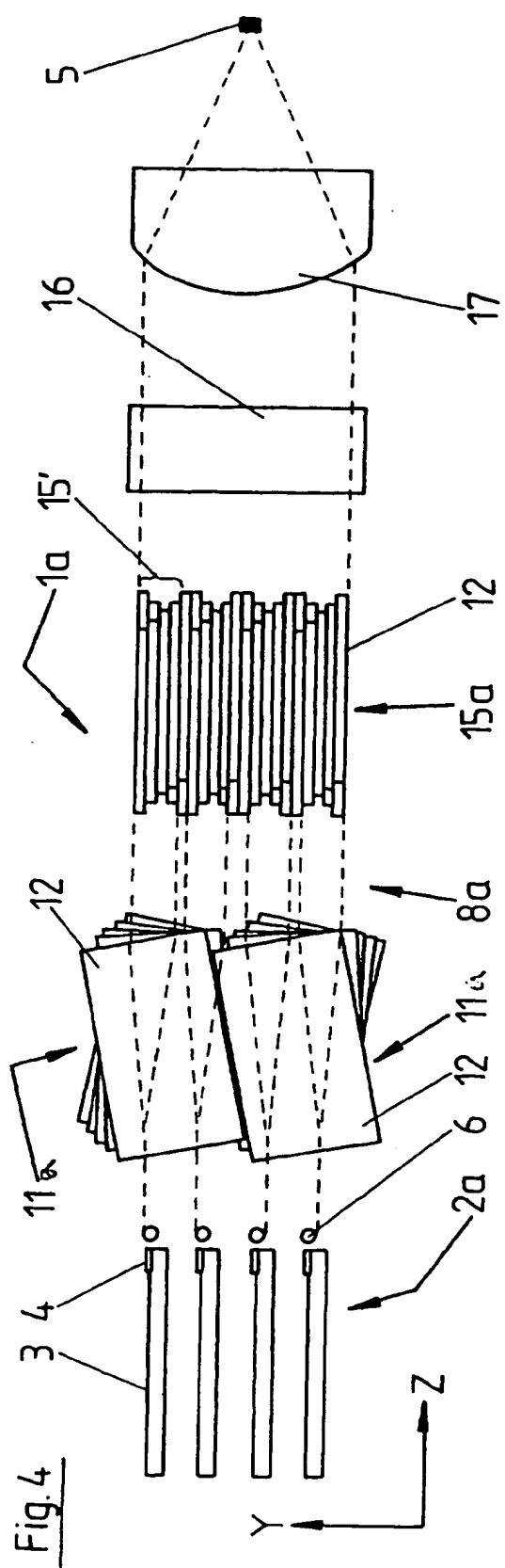
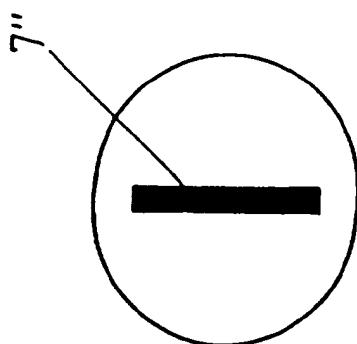
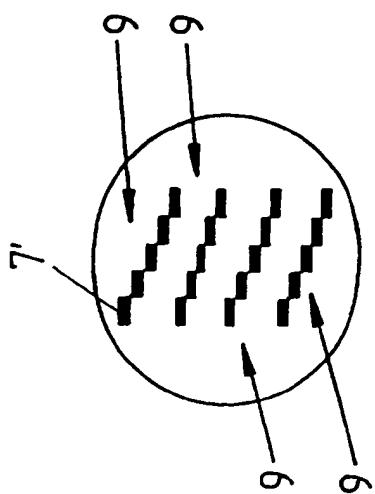


Fig. 3

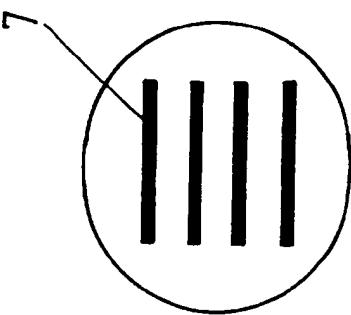




C



b



D

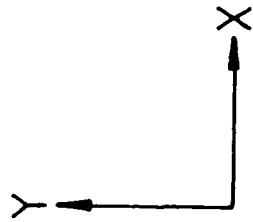


Fig. 6

Fig.7

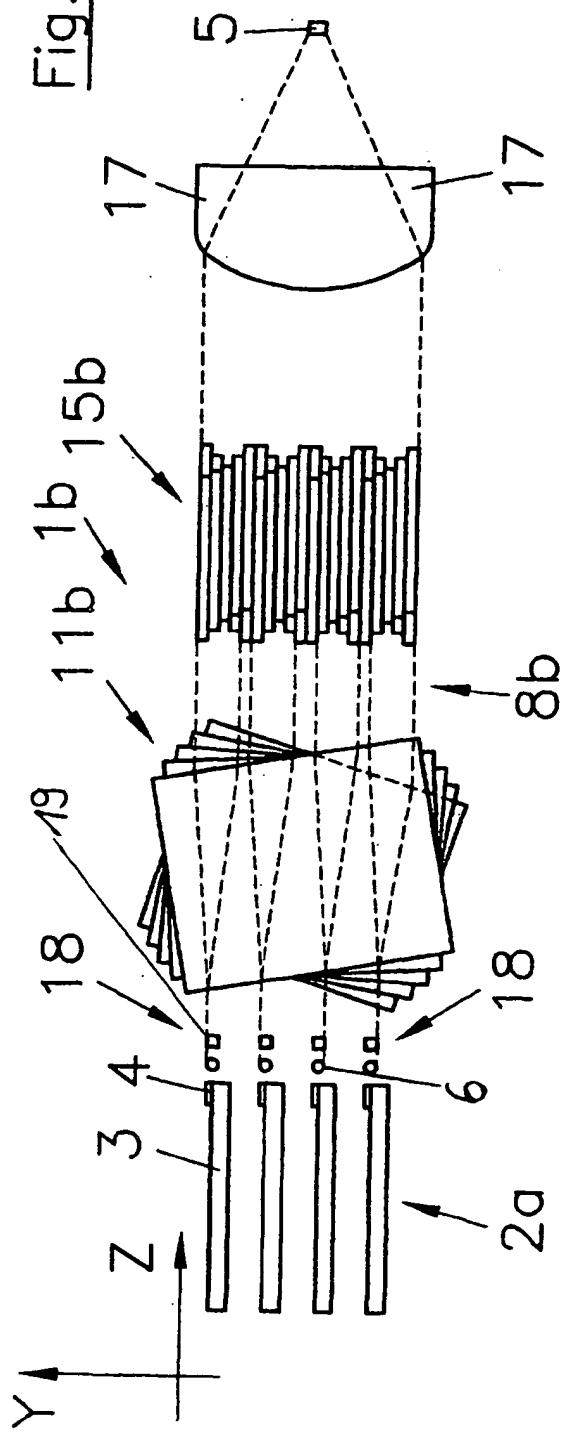


Fig.8

